

УДК 628.16

І.М.ЄРІНА

Харківська національна академія міського господарства

О.І.ТЕРНОВСЬКА, канд. техн. наук

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

МІРКУВАННЯ З ПРИВОДУ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ РЕАГЕНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ РІЧКОВОЇ ВОДИ

Наводиться огляд застосування в експериментах очищення води нетрадиційних катіонних флокулянтів, міркування з приводу їх застосування у типових схемах очищення води і наведено техніко-економічні переваги.

Приводится обзор использования в экспериментах по очистке воды нетрадиционных катионных флокулянтов, аргументы в пользу их применения в типовых схемах очистки воды и приведены технико-экономические преимущества.

This article is dedicated to the review of using of alternative cation flocculants in water treatment experiments, arguments for using them in standard water treatment schemes and techno-economic advantages are given.

Ключові слова: поверхневі джерела, антропогенний фактор, колоїдні органічні забруднення, каламутність, кольоровість, перманганатна окислюваність, суспензії, коагулянти, катіонні флокулянти.

Основними джерелами централізованого водопостачання в Україні служать поверхневі джерела. Практично всі води поверхневих джерел в останні роки зазнали істотного впливу шкідливих антропогенних факторів. Основним технічним прийомом видалення з води грубодисперсних домішок, що перебувають у зваженому стані, і колоїдних органічних забруднень, які присутні у воді в розчиненому виді, є процес коагуляції за рахунок введення у воду коагулянтів.

У процесі коагуляційного очищення води на 90-99% віддаляються різні мікробіологічні забруднення. Ефективність їх видалення залежить від ступеня очищення води по каламутності, кольоровості й перманганатної окислюваності.

Через підвищене забруднення джерел водопостачання традиційні технології, що застосовуються для обробки води стали в більшості випадків недостатньо ефективними. Найчастіше традиційна схема очищення не відповідає якості води джерела водопостачання. Так, для освітлення малокаламутних кольорових вод після обробки коагулянтам досить часто застосовують відстійники або освітлювачі з шаром зваженого осаду, в яких відстоювання води не відбувається, а зважений шар не утворюється. В таких випадках тільки за рахунок удосконалювання реагентної обробки води не завжди вдається виправити ситуацію.

Як показує досвід експлуатації діючих водопровідних станцій, що працюють за традиційною технологією, більшість водопроводів не можуть забезпечити виконання вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10, затверджених наказом від 12.05.2010 р. №400 Мінздраву України по каламутності, залишковому алюмінію й перманганатної окислюваності. Існуючі труднощі (постійні або періодичні) в багатьох випадках пов'язані з процесом коагулювання води й залежать від багатьох технічних і технологічних факторів.

Найбільш важко процеси коагуляції відбуваються в період низьких температур води (зимовий період і весняний паводок). Тому ефективність застосування різних реагентів дуже важливо визначити саме в ці періоди.

При обробці природних вод традиційними мінеральними коагулянтами (сульфатом алюмінію, хлоридом заліза (III) і солями інших металів) утворюються пластівці, що мають пухку сітчасту структуру й доволі розвинену внутрішню поверхню. Ці пластівці гідроксида металу покривають поверхню більш великих часток суспензії й сліпаються один з одним у ланцюжки, утворюючи просторові решітки, у середині яких перебуває захоплена вода. На зовнішній і внутрішній поверхнях пластівців сорбуються колоїдні домішки, які звеличують їх вагу та спонукують седиментацію.

Якість води поверхневих джерел водопостачання України характеризується різноманітним фізико-хімічним складом річкової води. Більшість рік більшу частину року мають малу каламутність (1-10 мг/л) при різних показниках кольоровості. Ці показники підвищуються в різні періоди, наприклад, весняної або осінньої повені. Перманганатна окислюваність і величина ХПК у ці періоди також зростає. Величина цих показників залежить в основному від вмісту у воді органічних забруднень природного походження.

Таким чином, природні води багатьох поверхневих джерел можуть бути віднесені до малокаламутних з різними показниками кольоровості. У процесі коагулювання традиційними мінеральними коагулянтами таких вод утворюються пухкі й легкі пластівці. Тому виділення цих пластівців у вільному обсязі методом седиментації малоєфективно й для освітлення й знебарвлення доцільне, на нашу думку, застосування методу контактної коагуляції фільтруванням.

Робота контактних освітлювачей і прямоточних фільтрів характеризується тим, що (на відміну від коагуляції у вільному об'ємі) у них при введенні коагулянту безпосередньо перед завантаженням і фільтруванні оброблюваної води через завантаження здійснюється контактна коагуляція на зернах фільтруючого матеріалу. Контактна коагуляція

на цих спорудах відрізняється від коагуляції у вільному об'ємі при освітленні води у відстійниках такими особливостями:

- відбувається швидше;
- вимагає менших доз коагулянту;
- менш чутлива до температури води;
- відбувається задовільно навіть при малій каламутності, низькому лужному резерві вихідної води.

Перелічені особливості пов'язані з тим, що для виділення зважених часток з води достатньою умовою є лише попередня дестабілізація часток.

В останні роки на ринку нашої країни з'явилося багато різних коагулянтів і флокулянтів, при цьому не існує строгого поділу речовин на коагулянти й флокулянти. Деякі фірми класифікують свої реагенти як органічні коагулянти, хоча у вітчизняних джерелах вони завжди відносилися до флокулянтів [1, 2]. У загальному вигляді до коагулянтів, що приводять до агрегації часток, відносять низькомолекулярні неорганічні або органічні електроліти, до флокулянтів – неорганічні або органічні високомолекулярні сполуки, що сприяють утворенню агрегатів за рахунок об'єднання декількох часток через макромолекули адсорбованого ними хімічно зв'язаного полімеру. Ключовою відмінною ознакою в цьому випадку є молекулярна вага. З хімічної точки зору, що відбиває фізико-хімічні взаємодії при освітленні й знебарвленні води, флокулянти обумовлюють агрегацію часток у результаті хімічної взаємодії на відміну від коагулянтів, що впливають на електрокінетичний потенціал часток. У закордонних виданнях, як правило, немає поділу на коагулянти й флокулянти, а всі хімічні реагенти, що беруть участь в агрегації й седиментації домішок води, називають флокулянтами. Проте, Ла Мер запропонував коагуляцією називати агрегацію часток під дією простих іонів, а флокуляцією – агрегацію під дією полімерів [1].

Усі хімічні реагенти класифікуються на органічні та неорганічні. Не є виключенням і коагулянти й флокулянти. У нашій країні найбільше поширення одержали неорганічні коагулянти, що представляють собою солі алюмінію, заліза або їх суміші й суттєво рідше солі титану, магнію, цинку. Останні три метали все-таки є екзотикою для коагулянтів і в основному досліджувалися в лабораторних і дослідно-промислових умовах. Органічні коагулянти являють собою катіонні поліелектроліти, які поводяться як неорганічні коагулянти. Але якщо дія неорганічних коагулянтів заснована на дестабілізації шляхом стиску подвійного електричного поля, що оточує частки, то органічні коагулянти здійснюють дестабілізацію за рахунок абсорбції довгих молекулярних ланцюжків з наступним утворенням містків між частками й

молекулами полімеру [3, 4]. Органічні коагулянти на відміну від флокулянтів є низькомолекулярними водорозчинними полімерами з молекулярною масою 10000-300000.

В останні роки з'явилася група катіонних флокулянтів, які можуть застосовуватися самостійно без використання сульфату алюмінію, тому їх стали називати органічними коагулянтами.

Органічні коагулянти-флокулянти під торговими назвами ВПК-402 або FLOQUAT FL 45C широко використовуються в Росії – Ростові-на-Дону, Омську, Барнаулі, Каменськ-Шахтінському, Таганрозі, Шахтах, П'ятигорську.

Флокулянт ВПК-402 випускається у вигляді гелю зі змістом активної речовини в товарному продукті в межах 25-30%. Гранично припустима концентрація ВПК-402 у питній воді – 0,1 мг/л.

Дослідження механізму дії катіонних флокулянтів типу ВПК-402 показали хімічну природу адсорбції флокулянта на глейних частках. Флокулянт, змінюючи стан подвійного електричного шару на поверхні часток глей, у той же час утворює містки між твердими частками й молекулою полімерів. Маючи позитивний заряд, його макроіони адсорбуються на негативно заряджених колоїдно-дисперсних домішках води, утворюючи великі агрегати. Тому при застосуванні флокулянтів катіонного типу пластівцеутворення відбувається без звичайних мінеральних коагулянтів.

Присутні в природних водах високомолекулярні гумінові кислоти, що обумовлюють кольоровість води, формують із ВПК-402 нерозчинні у воді високомолекулярні з'єднання, у зв'язку з чим утворення великих пластівців не відбувається навіть при оптимальних дозах ВПК-402 і в оптимальних умовах змішування. Тому ефективне відділення пластівців, що утворювалися, може бути досягнуте тільки шляхом фільтрування, і самостійне застосування ВПК-402 у якості коагулянту можливо при очищенні малокаламутних кольорових вод тільки в одноступеневих схемах очищення з контактними освітлювачами або грубозернистими фільтрами [5].

З катіонних флокулянтів, крім ВПК-402, для очищення води можуть бути використані закордонні флокулянти Fennopol ДО-211 (АТ «Кемира», Фінляндія), Praestol 650 («Stockhausen GmbH»). Ці флокулянти мають 100%-ний вміст активної речовини й мають високі технологічні властивості, однак їх вартість у кілька разів перевищує вартість ВПК-402. Однак найбільше поширення одержали неорганічні коагулянти.

У цей час є великий асортимент коагулянтів: сульфат алюмінію, різні види оксидохлориду алюмінію, змішані коагулянти, що містять каті-

они (Al і Fe), (Al і Na), коагулянти-флокулянти, а також різні види флокулянтів аніонного й катіонного типів. Тому для кожного конкретного випадку можуть бути обрані найбільш ефективні комбінації видів реагентів і визначені їх дози.

Аналогічно здійснюється й вибір флокулянтів – катіонних і аніонних.

При виконанні робіт з вибору реагентів слід мати на увазі таке:

- при обробці кольорових вод з низькою температурою зазвичай більш ефективним коагулянтом є ОХА, при цьому суттєво знижуються каламутність, кольоровість і концентрація залишкового алюмінію в очищеній воді;
- у більшості випадків віддати перевагу в застосуванні інших флокулянтів замість ПАА;
- застосування катіонних флокулянтів разом з коагулянтами в ряді випадків сприяє більш глибокому видаленню органічних забруднень і зменшує концентрацію залишкового алюмінію;
- катіонні флокулянти разом з коагулянтами доцільно використовувати в схемах освітлення води на контактних освітлювачах або на контактних фільтрах;
- при обробці каламутних вод і висококольорових вод можливе застосування катіонних флокулянтів замість коагулянту;
- на одній і тій же станції можливо, а в ряді випадків доцільне застосування різних коагулянтів або флокулянтів у різні періоди року (при зміні якості вихідної води), що може бути також підтверджене лабораторною перевіркою;
- застосування нових реагентів для очищення води замість сульфату алюмінію може вирішувати два завдання: поліпшення процесу коагулювання і якості води; скорочення витрати коагулянту. Обидві ці проблеми одночасно не завжди можуть бути вирішені, тому в кожному випадку слід урахувувати конкретну ситуацію, яка склалась на водопровідній станції.

Застосування катіонних флокулянтів для очищення природних вод методом контактної коагуляції фільтруванням показало, що об'єм осаду, що виділяється з води, менший й він щільніший за той, що утворюється при традиційному коагулюванні мінеральними коагулянтами, він легше й більш повно зневоднюється, без додаткової реагентної обробки. Крім цього катіонні флокулянти не змінюють хімічного складу води, не підвищують її солевміст, не надають воді корозійних властивостей, тобто дозволяють виключити зі схеми обладнання для стабілізаційної обробки води. Незважаючи на високу вартість флоку-

лянта, його застосування може дати значну економію за рахунок скорочення витрат на перевезення (їх дози малі) і зменшення обсягів реагентного господарства (простота дозування).

З метою вибору оптимальних типів і доз різних коагулянтів і флокулянтів, що забезпечують одержання заданої якості води, нами були проведені технологічні експерименти по очищенню води контактним коагулюванням при фільтруванні. Ці експерименти проводилися на річковій воді, що характеризується підвищеною каламутністю при малому вмісті зважених речовин (це пояснюється високою дисперсністю й колоїдним характером зависі в них), а також високою кольоровістю, що змінюється від 30° до 250° ПКШ. Експерименти містили в собі оцінку ефективності застосування різних реагентів: хлору, сульфату алюмінію, поліакриламідів й високомолекулярних полімерних (катионних) флокулянтів ВПК-101, ВПК-402.

На початку експерименти проводилися в лабораторних умовах методами технологічного аналізу, тобто шляхом обробки річкової води різними дозами цих реагентів, короткочасної коагуляції зависі, змішуванні впродовж 5-10 хв. і наступним фільтруванням через паперовий фільтр з оцінкою якості отриманого фільтрату по каламутності, кольоровості. Потім оптимальні дози реагентів, установлені в лабораторних умовах, випробовувалися в напіввиробничих умовах на паралельно працюючих моделях фільтрів із зернистим завантаженням різного типу зі швидкостями фільтрування 10 і 15 м/год з пошаровим контролем росту втрат напору на фільтрах і оцінкою якості їх фільтрату за тими ж показниками в часі.

Встановлено, що оптимальні дози реагентів залежать від якості річкової води й становлять для сульфату алюмінію – 10-50 мг/л, для ВПК-101 – 2,5-25 мг/л і ВПК-402 – 1,25-10 мг/л. У ході проведення експерименту відзначено, що при попередньому хлоруванні оброблюваної води флокулянт ВПК-101 знижувалася його коагулююча дія, що вимагало збільшення його дози. Подібного явища з флокулянт ВПК-402 не спостерігалось. Це, на нашу думку, може бути пов'язане з недостатньою стійкістю до окиснювачів ВПК 101.

Також відзначено, що застосування ВПК-402 замість сульфату алюмінію зазвичай суттєво (в 1,5-3 рази) подовжує фільтроцикл і відповідно зменшує витрату води на промивання, скорочує кількість відходів, що утворюються при очищенні води, витрати на доставку реагентів, готування й його дозування. Все це, а також скорочення витрат ручної праці робить флокулянт ВПК-402 перспективним для його застосування.

1. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение. – Л.: Химия, 1987. – 203 с.
2. Реагенты, применяемые для очистки и обеззараживания природных и сточных вод. – М.: ЦНИИЭП инженерного оборудования, 1997. – 77 с.
3. Тихонова Е.А., Усачев А.С. Использование органических коагулянтов для подготовки питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 9. – С.33-34.
4. Герасимов Г.Н. Процессы коагуляции-флокуляции при обработке поверхностных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С.26-31.
5. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М., 2005. – 571 с.

Отримано 22.04.2011

УДК 628.14

О.В.МАТЯШ, В.Г.НОВОХАТНИЙ, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ВОДОСПОЖИВАННЯ У НОВІТНЬОМУ ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ м.ПОЛТАВИ

Експериментально визначено фактичне питоме водоспоживання за сезонами року.

Экспериментально определено удельное водопотребление за сезонами года.

Experimentally certainly specific use of water after the seasons of year.

Ключові слова: водоспоживання, питоме водоспоживання.

У всьому цивілізованому світі держави розвиваються шляхом раціонального використання природних джерел та ресурсів з огляду на різке погіршення екологічного стану довкілля та швидкі темпи розвитку промисловості. Цей підхід стосується і галузі водопостачання, оскільки вода використовується в усіх сферах життя людини. Хоча в останні роки споживання води в житловому секторі та промисловості значно скоротилося, проте при проектуванні систем водопостачання до цього часу використовуються норми 90-х років. Тому постійні дослідження питань водоспоживання з метою збору статистичних даних є актуальними та доцільними.

Аналіз останніх досліджень [1-6] свідчить, що на вирішення даної проблеми звертають свою увагу як науковці, так і фахівці з водопостачання, але в Україні ще не накопичено достатнього експериментального матеріалу для створення нових нормативних документів.

Для дослідження фактичного водоспоживання у новітньому житловому секторі м.Полтави було обрано сучасний 9- поверховий будинок. Аналіз споживання холодної та гарячої води жителями цього будинку проводився протягом усіх сезонів року (з листопада 2009 р. по